

ISSN 1693 – 2102

Perancangan (Eko N)

PERANCANGAN PARAMETER PROSES PEMURNIAN NIRA DENGAN PENDEKATAN TAGUCHI (Studi Kasus pada PG. Madukismo Yogyakarta)

Eko Nursubiyantoro

Staf Pengajar Jurusan Teknik Industri UPN “Veteran” Yogyakarta

ABSTRACT

Quality influence the consumer choice and of vital importance because cycle live the product can become briefer because other; dissimilar product appearance which relative newly. One of way of maintaining and upgrading product is improve; repair the workmanship process from the product. This research aim to determine the factors influencing clear quality cane-juice, determining parameter process the purification cane-juice by reckoning factor noise, and also give the parameter proposal process the better purification cane-juice. Experiment executed in PG. Madukismo and Laboratory of Majors of Chemical Engineering UPN " Veteran" Yogyakarta, pursuant to matrix of orthogonal of array $L_{27}(3^{13})$ with six factor in control and evaluate the interaction two factor and also entangle two factor noise to design the proposal which robust. Analyse the data of result of experiment use the enumeration of signal-to-noise ratio (SNR) of pursuant to characteristic of larger the better. Taft proposal device conclusion is combination of level of factor of $A_2 B_2 Ax B_{(1)1} Ax B_{(2)1} C_3 Ax C_{(1)2} Ax C_{(2)1} Bx C_{(1)2} D_1 E_2 Bx C_{(2)3} F_3$, Repair process at proposal device done/conducted by degrading pH react the neutral defecate and improve fast turn around squealer in defecator I and II, so that with this condition quality of expected by clear cane-juice of robust to noise.

Keyword : Quality, purification cane-juice, taft proposal device

PENDAHULUAN

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan rancangan faktor-faktor yang berpengaruh guna mengendalikan dan meningkatkan mutu adalah pendekatan metode Taguchi. Metode ini diperkenalkan pertama kali pada tahun 1980 oleh Prof. Genichi Taguchi, seorang konsultan pengendalian kualitas berkebangsaan jepang. Keunggulan metode ini adalah menggunakan jumlah eksperimen yang minimum tanpa mengurangi keakuratan hasil eksperimen tersebut. Ditinjau dari segi biaya dan waktu dalam melakukan eksperimen guna memperoleh kesimpulan hasil eksperimen metode Taguchi dipandang lebih efektif.

Tahapan proses pemurnian nira dalam industri gula merupakan tahapan yang cukup penting dalam menghasilkan mutu gula produk (Sukadarti, 1999). Dalam tahap ini nira dibersihkan dari kotoran-kotoran yang berasal dari dalam (bukan gula) maupun kotoran ikutan berupa tanah, trash dan lain-lain. Kotoran-kotoran yang terkandung dalam nira perlu dipisahkan agar tidak membawa gula dalam tetes, tidak mengganggu proses lanjut dan menghasilkan gula yang bermutu tinggi.

Kondisi proses dalam proses pemurnian sangat berpengaruh terhadap hasil mutu kemurnian nira yang dihasilkan. Apabila kondisi proses tidak sesuai maka akan

menyebabkan kadar sukrose yang terkandung dalam nira akan rusak sehingga menyebabkan gula yang terbentuk mutunya rendah. Sejauh mana pengaruh kondisi-kondisi proses pemurnian nira tersebut terhadap mutu kemurniannya, perlu dilakukan penelitian sehingga diketahui faktor-faktor yang mempengaruhi proses pemurnian nira, agar dihasilkan produk (nira jernih) yang bermutu (kokoh) terhadap faktor-faktor terkendali maupun faktor tidak terkendali. Sehingga permasalahannya adalah bagaimana merancang parameter proses pemurnian nira agar dihasilkan produk nira jernih yang lebih bermutu ?

Tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi mutu nira jernih pada proses pemurnian nira, dan menentukan parameter proses pemurnian nira dengan memperhitungkan faktor *noise*. Sehingga akan bermanfaat untuk memberikan usulan proses pemurnian nira yang lebih baik, agar dapat meningkatkan karakteristik mutu kemurnian nira jernih.

PEMURNIAN NIRA

Nira jernih adalah nira mentah yang berasal dari proses penggilingan tebu yang telah dilakukan pembersihan dan pemisahan zat-zat bukan gula yang ikut terkandung didalamnya. Nira mentah yang berasal dari tebu masih mengandung zat-zat pengotor, baik zat pengotor yang berasal dari dalam (bukan gula), maupun kotoran ikutan yang berupa tanah, trash dan lain-lain. Zat pengotor nira ini perlu dipisahkan agar tidak membawa gula dalam tetes, sehingga menghasilkan gula yang bermutu tinggi. Proses pemisahan zat pengotor dari nira mentah dalam proses pembuatan gula disebut proses pemurnian nira.

Tahapan proses pemurnian nira pada industri gula merupakan tahapan yang menentukan mutu gula, karena secara teoritis pemurnian nira merupakan tahapan proses pemisahan dan penghilangan sebanyak mungkin zat pengotor yang dibawa oleh nira. Kondisi lingkungan nira mentah yang akan dimurnikan harus diatur agar sukrosa dan zat gula reduksi tidak rusak, dan sebanyak mungkin zat gula bisa dikeluarkan. Kondisi lingkungan yang perlu diatur ini antara lain (Soerjadi, 1995) :

- 1) pH
- 2) Temperatur
- 3) Waktu Reaksi

KARAKTERISTIK MUTU NIRA JERNIH

Nira jernih adalah nira yang telah dipisahkan dari zat-zat bukan gula yang terikut didalamnya melalui proses pemurnian nira pada industri-industri gula. Nira jernih yang dihasilkan dari proses pemurnian ini kemudian akan diproses pada stasiun penguapan, sehingga untuk mendapatkan mutu gula yang baik diperlukan nira jernih yang bermutu.

Karakteristik mutu nira jernih diharapkan memiliki kadar harkat kemurnian (HK) yang tinggi atau semakin tinggi kadar kemurnian nira jernih semakin bermutu.

PERSEPSI MUTU ATAU KUALITAS

Mutu atau kualitas merupakan sesuatu yang diputuskan oleh pelanggan, seringkali mutu atau kualitas adalah persepsi dari perasaan kepuasan (Fowlkes, 1995).

Konsep seperti biaya rendah, keandalan tinggi, dan performansi yang konsisten merupakan ketentuan dari kualitas.

Definisi kualitas dari Taguchi (Bellavendram, 1995) adalah :

The quality of a product is the (minimum) loss imported by the product to society from the time the product is shipped.

Bahwa kualitas suatu produk itu adalah mengambil kerugian yang paling kecil dari satu periode produksi tertentu. Sehingga terdapat sudut pandang baru, kualitas tidak hanya dilihat pada proses produksi saja tetapi mengkaitkan pula dengan biaya dan kerugian kepada masyarakat (produsen dan konsumen).

FUNGSI KERUGIAN MUTU (QUALITY LOSS FUNCTION)

Fungsi kerugian mutu bertujuan untuk mengevaluasi kerugian kualitas secara kuantitatif yang disebabkan adanya variasi. Kerugian konsumen tidak saja terkait dengan biaya yang berhubungan dengan proses produksi yang tidak baik, tetapi termasuk didalamnya biaya perbaikan, dan kegagalan usaha. Fungsi kerugian mutu dapat ditunjukkan dalam persamaan berikut ini :

$$L(y) = kD^2 \quad \dots\dots\dots (1)$$

dengan :

$$\begin{aligned} L(y) &= \text{kerugian} \\ k &= \text{konstanta} \\ D^2 &= \text{deviasi kuadrat dari nilai target} \end{aligned}$$

Mutu suatu produk dikatakan baik apabila masih berada didalam suatu *range* spesifikasi yang diijinkan, dan dianggap memiliki kerugian nol. Sebaliknya apabila keluar dari *range* yang diijinkan, maka mutu tersebut dianggap jelek dan mempunyai kerugian yang besarnya sama dengan $L(y)$.

QLF – Larger- the- better

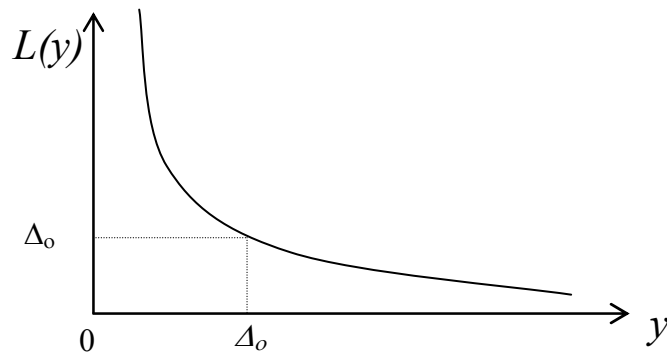
Fungsi kerugian mutu kuadratik jenis semakin besar semakin baik ini digunakan apabila jenis karakteristik mutu yang dituju mempunyai nilai target semakin besar nilainya akan semakin baik. Persamaan fungsi kerugian mutu kuadratik jenis semakin besar semakin baik ini dirumuskan sebagai berikut :

$$L(y) = k \left(\frac{1}{y} \right)^2 \quad \dots\dots\dots (2)$$

dimana :

$$\begin{aligned} y &= \text{nilai respon dari karakteristik mutu} \\ L(y) &= \text{kerugian mutu} \\ k &= \text{konstanta} \end{aligned}$$

Pada gambar 1 berikut ini menunjukkan bahwa kerugian mutu akan semakin meningkat seiring dengan semakin kecil nilai respon karakteristik mutu dari nilai targetnya.



Gambar 1. Grafik fungsi kuadrat untuk karakteristik kerugian mutu jenis *Larger-the-better*

Fungsi kerugian mutu kuadrat ini dapat ditransformasi menjadi *signal-to-noise ratio (SNR)*, mutu produk atau proses akan semakin baik jika nilai *SNR* semakin tinggi (Nur Indrianti, 2001). Taguchi menggunakan *SNR* ini sebagai alat utama untuk menentukan rancangan parameter yang optimal.

Ukuran besarnya nilai karakteristik kualitas (variable respon) secara umum dapat dibedakan menjadi tiga tipe (Belavendram, 1995) yaitu :

- 1) Nilai nominal tertentu adalah terbaik (*nominal-the-best*) atau disebut karakteristik nominal dengan nilai target yang tertentu, misalnya voltase keluaran dari televisi berwarna buatan Sony Amerika dan Sony Jepang mempunyai nominal nilai target 115 ± 20 volt.
- 2) Semakin kecil semakin baik (*smaller-the-better*) atau disebut karakteristik mengecil, idealnya nol dan tidak negatif. Misalnya : waktu proses produksi, jumlah cacat produk, radiasi monitor komputer dan sebagainya.
- 3) Semakin besar semakin baik (*larger-the-better*) atau disebut karakteristik membesar, misalnya : hasil proses produksi, keandalan, kekuatan dan sebagainya.

Taguchi menggunakan istilah *signal-to-noise ratio* untuk mengukur kepekaan karakteristik mutu yang sedang diteliti dalam kondisi pengendalian terhadap pengaruh faktor *noise (noise factor)* yang tidak dapat dikendalikan.

Karakteristik membesar (*larger-the-better*), yaitu karakteristik mutu yang memiliki nilai tujuan terbesar atau dengan kata lain semakin besar nilainya semakin baik mutunya. Sebagai contoh adalah kekuatan *workability*, efisiensi dan lain-lain. Untuk karakteristik mutu Y_i , ($i = 1, 2, 3, \dots, n$), *SNR* dapat dihitung dengan persamaan :

$$SNR = -10 \log_{10} \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right) \dots\dots\dots (3)$$

Taguchi telah memberikan daftar tabel orthogonal array standar dan beberapa orthogonal array yang telah dimodifikasi, serta tabel-tabel penempatan faktor-faktor dan interaksi-interaksi.

Tabel 1 *Orthogonal Arrays* $L_{27}(3^{13})$ dengan interaksi faktor

	A	B	A x B	A x B	C	A x C	A x C	B x C	D	E	B x C	F	G
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2	3	3	3
5	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	1	1	1
6	1	2	2	2	3	3	3	1	1	1	2	2	2
7	1	3	3	3	1	1	1	3	3	3	2	2	2
8	1	3	3	3	2	2	2	1	1	1	3	3	3
9	1	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1
10	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
11	2	1	2	3	2	3	1	2	3	1	2	3	1
12	2	1	2	3	3	1	2	3	1	2	3	1	2
13	2	2	3	1	1	2	3	2	3	1	3	1	2
14	2	2	3	1	2	3	1	3	1	2	1	2	3
15	2	2	3	1	3	1	2	1	2	3	2	3	1
16	2	3	1	2	1	2	3	3	1	2	2	3	1
17	2	3	1	2	2	3	1	1	2	3	3	1	2
18	2	3	1	2	3	1	2	2	3	1	1	2	3
19	3	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2
20	3	1	3	2	2	1	3	2	1	3	2	1	3
21	3	1	3	2	3	2	1	3	2	1	3	2	1
22	3	2	1	3	1	3	2	2	1	3	3	2	1
23	3	2	1	3	2	1	3	3	2	1	1	3	2
24	3	2	1	3	3	2	1	1	3	2	2	1	3
25	3	3	2	1	1	3	2	3	2	1	2	1	3
26	3	3	2	1	2	1	3	1	3	2	3	2	1
27	3	3	2	1	3	2	1	2	1	3	1	3	2

Tabel 2 Interaksi faktor antara dua kolom $L_{27}(3^{13})$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
(1)	3 4	2 4	2 3	6 7	5 7	5 6	9 10	8 10	8 9	12 13	11 13	11 12
	(2)	1 4	1 3	8 11	9 12	10 13	5 11	6 12	7 13	5 8	6 9	7 10
		(3)	1 2	9 13	10 11	8 12	7 12	5 13	6 11	6 10	7 8	5 9
			(4)	10 12	8 13	9 11	6 13	7 11	5 12	7 9	5 10	6 8
				(5)	1 7	1 6	2 11	3 13	4 12	2 8	4 10	3 9
					(6)	1 5	4 13	2 12	3 11	3 10	2 9	4 8
						(7)	3 12	4 11	2 13	4 9	3 8	2 10
							(8)	1 10	1 3	2 5	3 7	4 6
								(9)	1 8	4 7	2 5	3 5
									(10)	3 6	4 5	2 7
										(11)	1 13	1 12
											(12)	1 11

ANALISA DATA

Analisa data eksperimen perlu dilakukan untuk memperoleh hasil yang baik dan dapat dipercaya, sehingga tidaklah cukup melakukan beberapa kali pengambilan data eksperimen tetapi banyak faktor yang harus diperhatikan. Uji yang biasa digunakan sebelum data eksperimen dianalisa untuk mengambil suatu kesimpulan atau rekomendasi diantaranya adalah uji kecukupan, uji keseragaman, uji kenormalan dan uji homogenitas variansi data eksperimen (Purnomo, 1997).

METODOLOGI PENELITIAN

Data yang diperlukan

Data Primer

Data-data primer yang dibutuhkan meliputi :

- 1) Tahapan proses pemurnian nira PG Madukismo.
- 2) Karakteristik mutu (performansi) nira jernih/murni.
- 3) Faktor-faktor yang mempengaruhi karakteristik mutu nira jernih.
- 4) Data hasil eksperimen.

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari riset kepustakaan dan telaah hasil penelitian sejenis. Data sekunder ini meliputi :

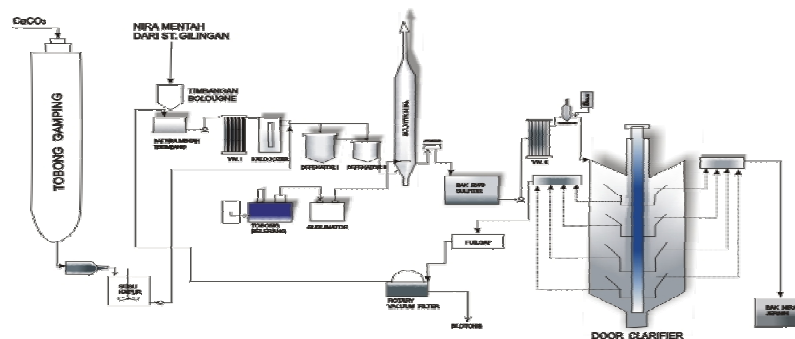
- 1) Standar mutu nira jernih.
- 2) Hasil penelitian terdahulu yang berhubungan dengan Eksperimen Taguchi.

Karakteristik Sistem Proses Pemurnian Nira

Proses pemurnian nira yang dilaksanakan PG. Madukismo secara umum terdiri dari 4 tahapan proses, yaitu :

- 1) Proses Penimbangan
- 2) Proses Defekasi
- 3) Proses Sulfitasi
- 4) Proses Pengendapan

Skema proses pemurnian gula PG. Madukismo adalah sebagai berikut :



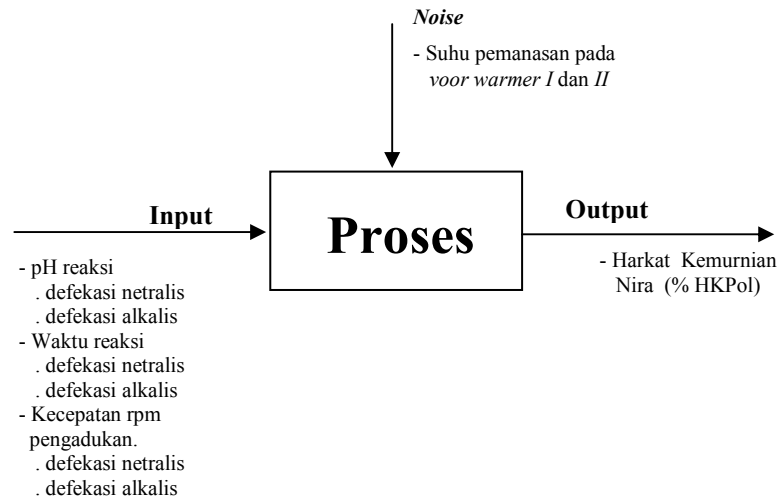
Gambar 2. Proses pemurnian nira PG. Madukismo

Perencanaan Eksperimen

Tahap-tahap yang dilakukan dalam fase perencanaan eksperimen adalah sebagai berikut :

- 1) Mengidentifikasi dan memilih faktor-faktor kendali proses pemurnian nira yang dapat mempengaruhi karakteristik mutu nira jernih. Faktor-faktor ini merupakan variabel bebas dari eksperimen.

Diagram sistem input dan output dapat dilihat pada gambar 3. berikut ini :



Gambar 3. Sistem input-output proses pemurnian nira

- 2) Menentukan faktor-faktor kendali (*controllable factors*) dan faktor *noise* (*Uncontrollable factors*).
 - a. Faktor-faktor yang mungkin berpengaruh terhadap mutu dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu faktor kendali dan faktor *noise*. Faktor kendali yang dilibatkan dalam eksperimen ini adalah : pH reaksi defekasi netralis ; Waktu reaksi defekasi netralis; Laju putar pengadukan pada defekator I; pH reaksi defekasi alkalis; Waktu reaksi defekasi alkalis; Laju putar pengadukan pada defekator II; Faktor *noise* yang dilibatkan dalam eksperimen ini adalah suhu pemanasan pada *voor warmer I* dan *II*
 - b. Memilih karakteristik yang diukur
Karakteristik yang diukur sebagai *variable terikat (dependent variable)* dari eksperimen, dan fungsi obyektif yang dioptimalkan. *Variable terikat* dalam eksperimen ini adalah kadar harkat kemurnian (% HKPol, sedang fungsi obyektif yang dituju (*target oriented*) untuk kadar kemurnian nira (%HKPol) semakin tinggi harkat kemurniannya maka mutu nira jernih yang dihasilkan semakin baik (*larger-the-better*).
 - c. Memilih level-level dan taraf-taraf setiap faktor kendali dan faktor *noise*.

Pada tahap ini , untuk faktor kendali dibuat 3 level agar didapatkan range spesifikasi yang lebar seperti yang ditunjukkan pada tabel 3 dan perubahan nilai dari level-level ditunjukkan pada tabel 4 Sedangkan untuk faktor *noise* dibuat 2 level yang berkisar diatas dan dibawah nilai targetnya seperti terlihat pada tabel 5.

Tabel 3. Level faktor kendali

Faktor kendali	Level		
	1	2	3
A. pH reaksi defekasi alkalis	Dikurangi	Op.Perusahaan	Ditambah
B. Waktu reaksi defekasi alkalis	Dikurangi	Op.Perusahaan	Ditambah
C. Laju putar pengadukan di DF II	Dikurangi	Op.Perusahaan	Ditambah
D. pH reaksi defekasi netral	Dikurangi	Op.Perusahaan	Ditambah
E. Waktu reaksi defekasi netral	Dikurangi	Op.Perusahaan	Ditambah
F. Laju putar pengadukan di DF I	Op.Perusahaan	Ditambah	Ditambah

Tabel 4 Perubahan Nilai Level Faktor Kendali

Faktor kendali	Level		
	1	2	3
A	7,5	8,6	9,4
B	20 detik	25 detik	30 detik
C	80 Rpm	150 Rpm	200 Rpm
D	7,0	7,2	7,4
E	3,5 menit	4,0 menit	4,5 menit
F	80 Rpm	150 Rpm	200 Rpm

Tabel 5 Level/taraf faktor *noise*

Faktor kendali	Level	
	1	2
G. Suhu reaksi	65-70 °C	71-75 °C
H. Suhu pengendapan	94-99 °C	100-105 °C

Berdasarkan pada jumlah percobaan *inner array* yang dikombinasikan dengan *outer array*, jika p menunjukkan jumlah kondisi percobaan dari faktor kendali dan q menunjukkan jumlah kondisi percobaan dari faktor *noise*, maka total percobaan yang harus dilakukan adalah sebanyak : $p \times q = 27 \times 4 = 108$ kali.

Secara lengkap matrik kombinasi antara *inner array* dan *outer array* ditunjukkan dalam Tabel 6. berikut ini :

Tabel 6 Matrik kombinasi faktor kendali (*Orthogonal Arrays* $L_{27}(3^{13})$ inner array) dan faktor noise (*Orthogonal Array* $L_4(2^3)$ outer array)

														$L_4(2^3)$ outer array (faktor noise)				
														e	1	2	2	1
														G	1	1	2	2
														H	1	2	1	2
$L_{27}(3^{13})$ inner array (faktor kendali)														Data hasil Percobaan				
A	B	A x B	A x B	C	A x C	A x C	B x C	D	E	B x C	F	e						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13						
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	#	#	#	#	
2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	#	#	#	#	
3	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	#	#	#	#	
4	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2	3	3	3	#	#	#	#	
5	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	1	1	1	#	#	#	#	
6	1	2	2	2	3	3	3	1	1	1	2	2	2	#	#	#	#	
7	1	3	3	3	1	1	1	3	3	3	2	2	2	#	#	#	#	
8	1	3	3	3	2	2	2	1	1	1	3	3	3	#	#	#	#	
9	1	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1	#	#	#	#	
10	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	#	#	#	#	
11	2	1	2	3	2	3	1	2	3	1	2	3	1	#	#	#	#	
12	2	1	2	3	3	1	2	3	1	2	3	1	2	#	#	#	#	
13	2	2	3	1	1	2	3	2	3	1	3	1	2	#	#	#	#	
14	2	2	3	1	2	3	1	3	1	2	1	2	3	#	#	#	#	
15	2	2	3	1	3	1	2	1	2	3	2	3	1	#	#	#	#	
16	2	3	1	2	1	2	3	3	1	2	2	3	1	#	#	#	#	
17	2	3	1	2	2	3	1	1	2	3	3	1	2	#	#	#	#	
18	2	3	1	2	3	1	2	2	3	1	1	2	3	#	#	#	#	
19	3	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	#	#	#	#	
20	3	1	3	2	2	1	3	2	1	3	2	1	3	#	#	#	#	
21	3	1	3	2	3	2	1	3	2	1	3	2	1	#	#	#	#	
22	3	2	1	3	1	3	2	2	1	3	3	2	1	#	#	#	#	
23	3	2	1	3	2	1	3	3	2	1	1	3	2	#	#	#	#	
24	3	2	1	3	3	2	1	1	3	2	2	1	3	#	#	#	#	
25	3	3	2	1	1	3	2	3	2	1	2	1	3	#	#	#	#	
26	3	3	2	1	2	1	3	1	3	2	3	2	1	#	#	#	#	
27	3	3	2	1	3	2	1	2	1	3	1	3	2	#	#	#	#	

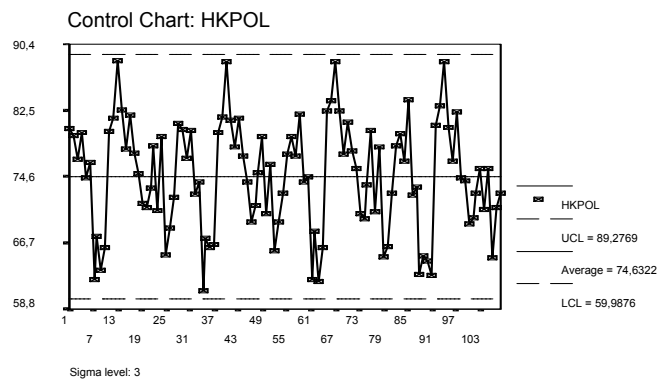
PENGOLAHAN DAN ANALISIS DATA

Uji Data Pendahuluan

Uji data pendahuluan meliputi uji kecukupan data, uji keseragaman data, uji normalitas data dan uji homogenitas variansi dengan hasil uji data eksperimen selengkapya adalah sebagai berikut :

Macam Uji Data	Data Eksperimen	Data teoritis	Kesimpulan
Uji Kecukupan	108	12,213	Data cukup
Uji Kenormalan	5,142	9,488	Data normal
Uji Homogenitas	29,513	38,885	Data homogen

Uji keseragaman data



Gambar 4. Hasil diagram kontrol pengujian keseragaman data

Kesimpulan :

Dari Gambar 4. dapat dilihat tidak terdapat data yang keluar dari peta kontrol, sehingga data eksperimen kemurnian nira (%HKPol) disimpulkan berdistribusi seragam.

Perhitungan *Signal-to-noise ratio* (SNR)

Perhitungan *SNR* dilakukan untuk karakteristik mutu nira jernih yang diamati yaitu kemurnian nira (%HKPol).

Tabel 7. Tabel hasil perhitungan *SNR* karakteristik mutu nira jernih

No.	Faktor kendali													SNR = $-10\log_{10}\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2}\right)$
	A	B	A x B	A x B	C	A x C	A x C	B x C	D	E	B x C	F	e	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	% HKPol
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	37,978
2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	38,036
3	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	37,705
4	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2	3	3	3	38,215
5	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	1	1	1	37,308
6	1	2	2	2	3	3	3	1	1	1	2	2	2	37,451
7	1	3	3	3	1	1	1	3	3	3	2	2	2	35,871
8	1	3	3	3	2	2	2	1	1	1	3	3	3	36,524
9	1	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1	36,128
10	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	36,314
11	2	1	2	3	2	3	1	2	3	1	2	3	1	38,150
12	2	1	2	3	3	1	2	3	1	2	3	1	2	38,332
13	2	2	3	1	1	2	3	2	3	1	3	1	2	38,929
14	2	2	3	1	2	3	1	3	1	2	1	2	3	38,251
15	2	2	3	1	3	1	2	1	2	3	2	3	1	37,782
16	2	3	1	2	1	2	3	3	1	2	2	3	1	38,250
17	2	3	1	2	2	3	1	1	2	3	3	1	2	37,691
18	2	3	1	2	3	1	2	2	3	1	1	2	3	37,464
19	3	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	36,896
20	3	1	3	2	2	1	3	2	1	3	2	1	3	36,950
21	3	1	3	2	3	2	1	3	2	1	3	2	1	37,342
22	3	2	1	3	1	3	2	2	1	3	3	2	1	37,878
23	3	2	1	3	2	1	3	3	2	1	1	3	2	36,964
24	3	2	1	3	3	2	1	1	3	2	2	1	3	37,766
25	3	3	2	1	1	3	2	3	2	1	2	1	3	36,299
26	3	3	2	1	2	1	3	1	3	2	3	2	1	36,735
27	3	3	2	1	3	2	1	2	1	3	1	3	2	37,211

Perhitungan Efek Setiap Faktor

Perhitungan efek setiap faktor kendali yang ditunjukkan pada Tabel 7 (hasil perhitungan *SNR* karakteristik mutu nira jernih) hasil perhitungan efek setiap faktor dan interaksi faktor selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 8.

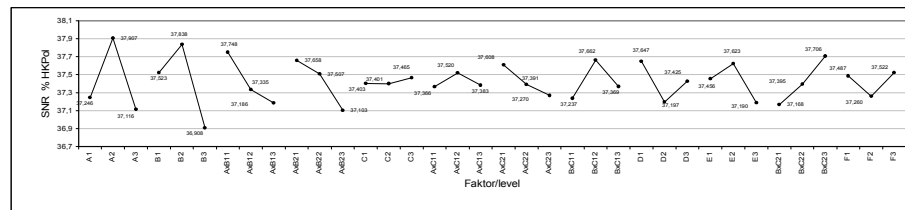
Pada Tabel 8 efek setiap faktor dapat diketahui bahwa pengaruh terbesar terhadap mutu kemurnian nira jernih adalah faktor *B*, kemudian faktor *A* dan interaksi faktor $A \times B_{(1)}$. Hal tersebut dapat diketahui dari hasil perhitungan rangking selisih efek setiap faktor, rangking 1 merupakan selisih terbesar sehingga memberikan efek terbesar terhadap mutu. Berturut-turut pengaruh setiap faktor dan interaksi faktor ditunjukkan dari rangking masing-masing.

Tabel 8 Efek setiap faktor untuk *SNR* kemurnian nira

	<i>S/N</i> efek faktor											
	A	B	AxB1	AxB2	C	AxC1	AxC2	BxC1	D	E	BxC2	F
Level 1	37,246	37,523	37,748	37,658	37,403	37,366	37,608	37,237	37,647	37,456	37,168	37,487
Level 2	37,907	37,838	37,335	37,507	37,401	37,520	37,391	37,662	37,197	37,623	37,395	37,260
Level 3	37,116	36,908	37,186	37,103	37,465	37,383	37,270	37,369	37,425	37,190	37,706	37,522
Selisih	0,791	0,930	0,562	0,555	0,064	0,154	0,339	0,425	0,450	0,433	0,537	0,262
Rangking	2	1	3	4	12	11	9	8	6	7	5	10

Grafik Respon Setiap Faktor

Berdasarkan pada hasil perhitungan efek setiap faktor tersebut dapat dibuat grafik respon setiap faktor untuk karakteristik mutu kemurnian nira jernih yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik respon/efek setiap faktor untuk karakteristik kemurnian nira

Pada Gambar 5. grafik respon setiap faktor dan interaksi faktor menunjukkan bahwa faktor *B* memberikan pengaruh paling besar, hal ini dapat dilihat dari bentuk dan panjang grafik. Berturut-turut respon terbesar diberikan oleh faktor *A* dan interaksi faktor $A \times B$, untuk melihat kombinasi interaksi faktor $A \times B$ yang mana yang memberikan kontribusi besar dapat dilihat pada grafik *breakdown* interaksi faktor. Kombinasi yang memberikan pengaruh besar terhadap interaksi faktor $A \times B$ dilihat dari nilai terbesar setiap kombinasi, sehingga kombinasi yang paling besar diberikan oleh interaksi faktor $A_2 \times B_2$. Pengaruh kombinasi interaksi yang lain untuk $A \times C$ adalah $A_2 \times C_2$, dan untuk $B \times C$ adalah $B_2 \times C_1$.

Perhitungan ANOVA (Analysis of Variance)

Perhitungan anova untuk SNR dilakukan untuk mengestimasi efek setiap faktor kendali dari karakteristik yang diamati. Hasil perhitungan ANOVA selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. *Analysis of Variance SNR* karakteristik kemurnian nira (HKPol)

Sumber Variasi	SS	df	Mq	F-ratio	F _{tabel}	ρ %
Faktor A	3,239	2	1,620	11,117	19,00	20,832
B	4,027	2	2,013	13,818	19,00	25,900
C	0,023	2	0,012	0,080	19,00	0,148
D	0,913	2	0,457	3,133	19,00	5,872
E	0,819	2	0,430	2,948	19,00	5,268
F	0,363	2	0,182	1,246	19,00	2,335
Interaksi faktor AxB	3,011	4	0,753	5,166	19,25	19,366
AxC	0,659	4	0,165	1,130	19,25	4,238
BxC	2,162	4	0,540	3,709	19,25	13,905
Error	0,291	2	0,146			1,872
Jumlah total	15,548	26				100

Rancangan Usulan dan Validasinya

Rancangan usulan yang berdasarkan pada perhitungan efek setiap faktor dan grafik respon pada eksperimen ini adalah sebagai berikut :

Karakteristik mutu kemurnian nira (% HKPol) adalah *larger-the-better* artinya semakin tinggi nilai prosentase kemurniannya mutu nira semakin baik, sehingga berdasarkan grafik respon (Gambar 4) rancangan usulan yang tangguh terhadap *noise* dapat dipilih menurut peringkatnya adalah : $B_2 A_2 Ax B_{(1)1} Ax B_{(2)1} BxC_{(2)3} D_1 E_2 BxC_{(1)2} Ax C_{(2)1} F_3 Ax C_{(1)2} C_3$.

Validasi rancangan usulan dilakukan dengan cara melakukan eksperimen rancangan usulan kemudian data rancangan usulan ini dibandingkan dengan data aktual perusahaan berdasarkan uji kesamaan dua rata-rata.

Tabel 10. Hasil uji t data aktual dan rancangan usulan

Data yang dianalisa	t _{hitung}	t _{tabel}	Kesimpulan
Kemurnian Nira (% HKPol)	13,821	$\pm 2,145$	Ada perbedaan

Berdasarkan pada perhitungan $t_{hitung} = 13,821 > 2,145$ berarti ada perbedaan yang signifikan antara hasil eksperimen rancangan usulan dengan data aktual perusahaan. Perbedaan yang signifikan tersebut adalah nilai t_{hitung} jatuh disebelah kanan nilai batas penerimaan H_0 , sehingga disimpulkan bahwa rata-rata data hasil eksperimen

lebih besar dari rata-rata data aktual perusahaan yang berarti rancangan usulan lebih baik jika dibandingkan dengan aktual perusahaan.

Berdasarkan pada eksperimen ini maka rancangan usulan $B_2 A_2 Ax B_{(1)1} Ax B_{(2)1} Bx C_{(2)3} D_1 E_2 Bx C_{(1)2} Ax C_{(2)1} F_3 Ax C_{(1)2} C_3$ layak untuk diaplikasikan ke perusahaan karena dapat meningkatkan mutu nira jernih, yaitu terjadi perbaikan harkat kemurnian nira.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan analisis hasil eksperimen dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 1) Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu nira jernih pada proses pemurnian nira adalah : pH reaksi defekasi alkalis, waktu reaksi defekasi alkalis, laju putar pengadukan di defekator II, pH reaksi defekasi netral, waktu reaksi defekasi netral dan laju putar pengadukan di defekator I, interaksi faktor pH reaksi defekasi alkalis dan waktu reaksi defekasi alkalis, interaksi faktor pH reaksi defekasi alkalis dan laju putar pengadukan di defekator II, interaksi faktor waktu reaksi dan laju putar pengadukan di defekator II.
- 2) Guna meningkatkan mutu produk nira jernih maka diusulkan rancangan parameter yang tangguh dari Taguchi dengan kombinasi level faktor $A_2 B_2 Ax B_{(1)1} Ax B_{(2)1} C_3 Ax C_{(1)2} Ax C_{(2)1} Bx C_{(1)2} D_1 E_2 Bx C_{(2)3} F_3$, yaitu faktor A_2 : pH reaksi defekasi alkalis sebesar 8,6 ; faktor B_2 : waktu reaksi defekasi alkalis adalah 25 detik ; faktor C_3 : laju putar pengadukan di defekator II adalah 200 rpm ; faktor D_1 : pH reaksi defekasi netral sebesar 7,0 ; faktor E_2 : waktu reaksi defekasi netral adalah 4 menit ; faktor F_3 : laju putar pengadukan di defekator I adalah 200 rpm.
- 3) Perbaikan proses pada rancangan usulan dilakukan dengan menurunkan pH reaksi defekasi netral serta meningkatkan laju putar pengadukan di defekator I dan II, sehingga diharapkan kondisi ini menghasilkan mutu nira jernih yang *robust* terhadap *noise* (suhu pemanasan).

Saran

Penelitian yang dilakukan masih terbatas pada 6 faktor kendali dengan 2 faktor *noise*, untuk menyempurnakan hasil penelitian ini selanjutnya penelitian dapat dikembangkan dengan memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- 1) Mengikut sertakan faktor-faktor kendali lain yang belum diperhatikan dalam penelitian ini, misalnya : kadar fosfat, waktu pengendapan dan sebagainya.
- 2) Merancang eksperimen dengan level faktor yang lebih banyak sehingga kesimpulan hasil lebih meyakinkan.
- 3) Melakukan eksperimen secara *kontinu* dengan skala laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Belavendram, N., 1995, *Quality By Design : Taguchi Techniques for Industrial Experimentation*, Prentice Hall, New York.
- Feigenbaum, A.V., 1992, *Kendali Mutu Terpadu*, jilid I (terjemahan oleh Ir. Huda Kandaahjaya, M. S.), edisi ketiga, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Indrianti, N., 2001, *Rancangan Eksperimental untuk meningkatkan Kualitas Produk Ready Mix-Concrete*, Laporan Penelitian, Lembaga Penelitian UPN “Veteran” Yogyakarta.
- Leksono, E.B., 2002, *Penentuan kombinasi level faktor optimal yang berpengaruh pada kualitas produk dengan metode Taguchi berdasarkan respon teknik pada analisis quality function deployment*, Prosiding Seminar Nasional Perkembangan Sistem Manufaktur Dalam Era Teknologi Informasi, Yogyakarta.
- Peace, Glen Stuart, 1993, *Taguchi methods : a hands-on approach*, Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- Ross J. Phillip, 1996, *Taguchi Techniques for Quality Engineering*, 2nd Edition, Mc.Graw Hill International Inc, New York.
- Ruby Utami Varalyn , 2001 , *Proses Produksi Gula Pabrik Gula Madukismo Yogyakarta*, Laporan kerja praktek, Konsentrasi Teknologi Kimia Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Soerjadi, Ir, 1985, *Dasar-dasar teknologi gula : saduran bebas dari buku The Principles of sugar Technology*, Seri 1, Lembaga Pendidikan Perkebunan , Yogyakarta.
- Soerjadi, Ir, 1985, *Dasar-dasar teknologi gula : saduran bebas dari buku The Principles of sugar Technology*, Seri 2, Lembaga Pendidikan Perkebunan , Yogyakarta.
- Sudjana, 1975, *Metoda Statistika*, Penerbit PT Tarsito, Bandung.
- Sukadarti, S., IGS Budiaman, Wahyudi B. S., 1999, *Study sulphitation process of cane juice at cane sugar factory*, Laporan Hasil Penelitian , Eksergi Majalah ilmiah Fakultas Teknologi Industri Nomor 2 tahun I tahun 1999, UPN “Veteran” Yogyakarta.
- Susilo Dwi A., 2002, *Pendekatan metode Taguchi untuk meningkatkan kualitas produk berdasarkan perancangan parameter yang tangguh (Robust Design)*, Prosiding Seminar Nasional Perkembangan Sistem Manufaktur Dalam Era Teknologi Informasi, Yogyakarta.
- Walpole, Ronald E., 1986, *Ilmu peluang dan statistika untuk insinyur dan ilmuwan*, Penerbit ITB Bandung.